DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Fünfzehnter Jahrgang | 4. November 1927 | Heft 44

Die Morphogenese des peripheren und zentralen Nervensystems der Amphibien im Licht experimenteller Forschungen[1].

Von S. R. Detwiler, New York.

(Aus dem Department of Anatomy, Columbia University.)

Die Frage der Genese der Nervenfaser hat in den letzten Dezennien des neunzehnten und in den ersten des zwanzigsten Jahrhunderts lebhaftes Interesse beansprucht. Die ausgezeichneten experimentellen Untersuchungen Harrisons (1904, 1906, 1907, 1910) überzeugten wohl die meisten Neurohistologen, daß die Nervenfaser als ein Ausläufer der embryonalen Ganglienzelle entsteht, eine Auffassung, die bereits Fuß gefaßt hatte, gestützt auf die glänzenden Beobachtungen von His (1886, 1887, 1888, 1890), Forel (1887), Ramón y Cajal (1890, 1892, 1894, 1906), v. Lenhossék (1892, 1895, 1906) u. a.

Mit der Begründung der Neuronentheorie erhoben sich nun neue Fragen, besonders nach den Faktoren, welche die Entwicklung der normalen Architektonik des zentralen und peripheren Nervensystems der Wirbeltiere zustande kommen lassen. Wenn sich auch die Kenntnis dieser Probleme noch in den Anfangsstadien befindet, so sind doch schon eine Reihe fundamentaler Tatsachen durch das Studium der normalen Entwicklung und durch Regenerations- und Transplantationsexperimente zu Tage gefördert worden.

Von diesen Ergebnissen nahmen anregende Theorien ihren Ursprung. Die Neurobiotaxistheorie von Kappers (1917, 1921), die Boks (1915) bedeutsame Hypothese der stimulogenen Fibrillation in sich schließt, und die Gradiententheorie von Child (1921) versuchen Architektonik und Spezifität der Neuronen auf der Basis bioelektrischer Potentiale, die sich im Organismus finden, zu erklären.

Die erwähnten Theorien, so bedeutend und anregend sie sind, lassen manche Frage ungelöst. Wenn wir die Fragen der endgültigen Verbindung des Nerven mit seinem Endorgan betrachten, so kann man nicht umhin, bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis anzunehmen, daß auch Kräfte chemotaktischer Natur eine wichtige Rolle spielen, wie es in der Chemotaxistheorie von Cajal (1892) postuliert wird. Tello (1923) hat erst vor kurzem in einer Arbeit einen Überblick über die verschiedenen Theorien des Neutropismus gegeben und seine Arbeit bietet eine ausgezeichnete Zusammenstellung vieler wichtiger Tatsachen, die Licht auf die verschiedenen Seiten des Problems werfen.

Im folgenden sollen einige Versuchsreihen geschildert werden, die sich auf bestimmte Punkte im Wachstum des Nervensystems beziehen; es soll jedoch kein Versuch gemacht werden, die ausgezeichneten Experimente über die allerersten Stadien der Morphogenese des Nervensystems der Amphibien, die in verschiedenen Laboratorien Deutschlands ausgeführt wurden, in die folgende Darstellung mit einzuschließen.

[1] Aus dem Englischen übersetzt von F. E. Lehmann, Freiburg i. B.

1. Experimente über die Wachstumsrichtung der Spinalnerven.

Braus (1904) machte die wichtige Entdeckung, daß die Beinknospe der Amphibien die Fähigkeit hat, sich unabhängig von ihrer ursprünglichen, organischen Umgebung zu differenzieren. Wird sie nämlich an eine andere Stelle des Körpers verpflanzt, so vermag sie sich zu einem strukturell vollkommenen Gebilde zu entwickeln. Auf Grund der Transplantationsexperimente von Braus (1904, 1905), Banchi (1906), Gemelli (1906), Harrison (1907), wurde der Versuch gemacht, die Frage der Genese der Nervenfaser zu lösen. Braus, Harrison und Gemelli zeigten, daß die transplantierten Beinknospen von Nerven versorgt werden. Und zwar waren jeweils diese Nerven mit dem Teile des Nervensystems des Wirts verbunden, dem die das Beintransplantat enthaltende Körperregion zugeordnet ist.

Diese Forscher arbeiteten an Anuren. In den meisten Fällen war die Knospe auf einem Stadium verpflanzt worden, auf dem die peripheren Nerven schon teilweise oder völlig entwickelt waren. Es mußten dementsprechend bei der Vorbereitung der Wunde für das Transplantat die distalen Abschnitte der zugehörigen Nerven durchgeschnitten werden. Später zeigte sich dann, daß diese Nerven die sich differenzierende Extremitätenanlage innervierten.

Zum Studium der Frage nach dem Einfluß der Größe peripherer Gebiete auf die Entwicklung der Neuronen, wurde die Vorderbeinanlage des Salamanders Amblystoma punctatum an verschiedene Stellen des Rumpfes transplantiert, bevor die Nerven begonnen hatten, auszuwachsen. In den ersten Experimenten (Detwiler 1920 b) wurde die Beinknospe herausgeschnitten und auf derselben Seite des Körpers wieder eingepflanzt, an Stellen, die sich 1—7 Segmente caudal von der ursprünglichen Position der Anlage befanden (Fig. 1 und 2).

Die Ergebnisse dieser Experimente zeigten, daß die normalen Brachialnerven eine funktionelle Verbindung mit der Extremität eingingen, wenn

diese nicht weiter als um 4—5 Segmente caudal von der ursprünglichen Lage verpflanzt worden war (Tab. 1, Fig. 4, 5, s. auch Fig. 3). Dieses ausgesprochene Wachstum der Nerven in caudaler Richtung zur Extremitätenanlage macht es wahrscheinlich, daß die Knospe die Nerven der höheren Rückenmarksegmente stärker anzog als die Nerven,

Fig. 1. Skizze eines Amblystomaembryo im Schwanzknospenstadium, mit dem Zeichenapparat entworfen. Der Kreis ventral von dem Vornierenwulst (*P N*) zeigt die Lage der Extremitätenanlage. × 15.

Fig. 2. Photographie der Amblystomalarve AS 5—25. Das rechte Vorderbein ist 5 Segmente caudal von der normalen Lage implantiert. Larve 65 Tage alt. × 2,5.

die zu dem Gebiete gehören, in dem die sich entwickelnde Anlage gelegen ist.

Weiterhin ergab sich aus diesen Experimenten, daß die Extremität in den Fällen, in denen sie vollständig oder teilweise von den normalen Brachialnerven (3., 4. und 5.) versorgt war,

Tabelle 1. Gibt die Beteiligung der einzelnen Spinalnerven am Plexus brachialis des rechten Vorderbeins an, wenn dieses um eines oder mehrere Segmente (1 bis 7, AS1, AS2, AS3 . . .) kaudalwärts verschoben wurde.

Serie	Nr.	Zahl der Segmente, um die die Extremität caudal verschoben wurde	Beteiligung der Spinalnerven								
			3	4	5	6	7	8	9	10	11
Normal	1	0	3	4	5						
AS 1	12	1	3	4	5						
AS 2	3	2	3	4	5						
	12	2	3	4	5						
AS 3	9	3		4	5	6					
	18	3		4	5	6					
AS 4	12	4		4	5	6	7				
	27	4				6	7	8			
	26	4			5	6	7				
	30	4			5	6	7				
AS 5	23	5			5	6	7	8	9		
	27	5				6	7	8	9		
	23	5					7	8	9		
	30	5				6	7	8	9		
	26	5					7	8	9		
AS 6	29	6						8	9	10	
	5	6							9	10	
AS 7	5	7								10	11

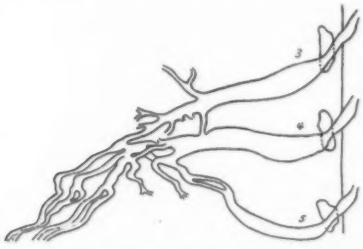


Fig. 3. Graphische Rekonstruktion des normalen linken Plexus brachiails von AS 4—26. Larve 68 Tage alt. × 20.

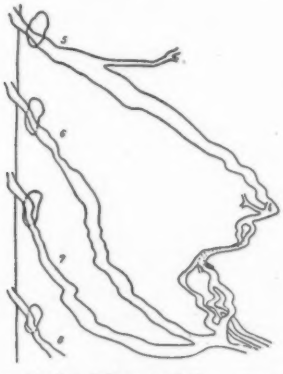


Fig. 4. Graphische Rekonstruktion von AS 4—26. Zeigt die Beteiligung der Spinalnerven am Plexus des rechten Vorderbeins. Das Bein ist 4 Segmente caudal von der normalen Lage implantiert. × 20.

normal funktionierte und sich koordiniert mit der normalen Extremität der Gegenseite bewegte. War die Anlage aber zu weit nach hinten verpflanzt worden und bildeten nun Nerven, die dem caudal von der Brachialregion gelegenen Abschnitten des Rückenmarks entstammten (d. h. der 7., 8. und 9. Spinalnerv), den Plexus brachialis, so war die Funktion der Extremität immer reduziert,

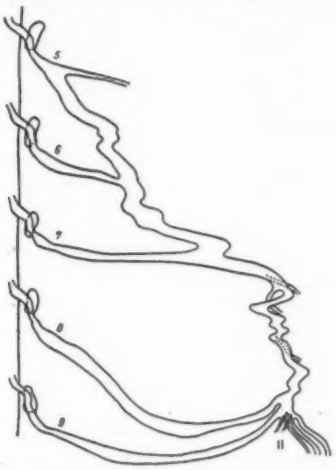


Fig. 5. Graphische Rekonstruktion von AS 5—25. Zeigt die Beteiligung der Spinalnerven am Plexus des rechten Vorderbeins. Das Bein ist 5 Segmente caudal von der normalen Lage implantiert. × 20.

ferner zeigte sie keine Koordination mit dem Bein der Gegenseite.

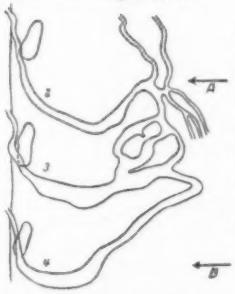


Fig. 6. Graphische Rekonstruktion von AA 2 S—25. Zeigt die Beteiligung der Spinalnerven am Plexus des rechten Vorderbeins. Das Bein ist 2 Segmente cranial von der normalen Lage implantiert. *A* zeigt die Lage der transplantierten Extremität; *B* zeigt die Lage der normalen Extremität an. × 25.

Aus diesen Befunden ging hervor, daß der Umfang, in dem eine verpflanzte Extremität funktionieren kann, davon abhängt, wie vollständig diese mit dem zentralen Mechanismus, der die Koordination der Extremitätenbewegung reguliert, in Verbindung steht.

Daß das Auswachsen der Brachialnerven zu der Extremität in caudaler Richtung nicht allein mechanischen Wachstumsbewegungen zuzuschreiben ist, wird durch eine weitere Serie von Experimenten demonstriert (DETWILER 1922). Hier wurde die Beinknospe gegenüber der normalen Position um einige Segmente nach vorne verschoben. Hierbei ergab sich, daß die normalen Brachialnerven um mehrere Segmente nach vorne in die Extremitätenanlage wuchsen (Fig. 6). Die Nerven hatten, um die Verbindung mit der Knospe eingehen zu können, auszuwachsen gegen den mechanischen Widerstand der in Bildung begriffenen Myotome, der die Tendenz hat, die Wachstumsrichtung der Nerven in caudaler Richtung abzubiegen. So erweisen diese Experimente noch deutlicher, als die früher geschilderten, daß von der sich differenzierenden Extremitätenanlage eine Anziehung auf die von der Brachialregion des Rückenmarks auswachsenden Nerven ausgeübt wird.

Daß eine solche Anziehungskraft nur während einer relativ kurzen Periode wirksam ist, konnte durch weitere Versuche gezeigt werden (DETWILER 1924). In dieser Serie wurde dem Versuchstier das Mesoderm der Beinknospe entfernt, dann wurde das Tier aufgezogen, bis die peripheren Nerven ausgewachsen waren. Hierauf wurde eine Beinknospe 4 Segmente caudal von der normalen Position implantiert. Solche Beine wurden nun meistens von den Nerven (7., 8.) der Körperregion, in der sich das Transplantat befand, innerviert, während die Brachialnerven in den meisten Fällen kein Auswachsen in caudaler Richtung zeigten, im Gegensatz zu den Fällen, in denen die Anlage vor dem Auswachsen der peripheren Nerven transplantiert worden war.

Obwohl die Brachialnerven in den ersten zwei Serien von Experimenten eine ausgesprochene Tendenz gezeigt hatten, die verpflanzte Anlage zu innervieren, so lag doch kein Anhaltspunkt vor für eine ausgesprochene neuromuskuläre Spezifität. Dies ergibt sich deutlich aus der Tatsache, daß in Fällen, in denen die Extremität um eine beträchtliche Strecke caudalwärts von der normalen Position verpflanzt worden war, die Spinalnerven, die normalerweise die Rumpfmuskulatur versorgen, einen Plexus brachialis formen, in dem die Anordnung der Nerven dieselbe ist wie im normalen Plexus.

Eine dritte Versuchsreihe lieferte weitere Anhaltspunkte für die Anziehungskraft der Extremitätenanlage auf die Brachialnerven (DETWILER 1925). In dieser Serie wurde dem Keime die Extremitätenanlage herausgeschnitten und um 4 Segmente caudalwärts verpflanzt, d. h. an einen Ort, an dem erfahrungsgemäß einer oder mehrere Brachialnerven die Beinknospe erreichen. Die Wunde, die durch die Entnahme der Knospe gebildet worden war, wurde nicht gesäubert und nicht durch Haut bedeckt, um die Regeneration einer Knospe an der normalen Seite zu ermöglichen. Unter diesen Umständen kommt es zur Bildung zweier extremitätenbildender Zentren, das eine findet sich in heterotopischer Lage, das andere an der normalen Stelle. Die heterotopische Anlage ist an einer Stelle gelegen, wo sie die normalen Brachialnerven noch anziehen kann. Dabei hat

der Einfluß, den sie ausüben kann, einen Vorsprung gegenüber demjenigen des Regenerats, dessen Entwicklung immer bedeutend verzögert ist.

In einer Anzahl von Fällen bildeten sich an beiden Stellen normale Beine (s. Fig. 7). Häufig verteilten sich die normalen Brachialnerven (3., 4. und 5.) auf beide Extremitäten. Immerhin führte diese Art von Verteilung nicht in allen Fällen zur Bildung peripherer Verbindungen zwischen den beteiligten Nerven (Fig. 8). Solche Tiere zeigten synchrone Bewegungen der homologen Muskelgruppen. Eine entsprechende Beobachtung war auch von WEISS (1924) gemacht worden, der

Fig. 7. Photographie einer Amblystomalarve. 53 Tage nach der Operation. Das rechte Vorderbein ist vier Segmente caudal von der normalen Lage, und zwar um 180° gedreht, implantiert. Eine Extremität regenerierte an der normalen Stelle. × 2.

völlig entwickelte Extremitäten an Salamanderlarven transplantiert hatte. Auf seine Ergebnisse ist schon in einer früheren Arbeit eingegangen worden. War die heterotopische Extremität verdoppelt, so erhielten alle 3 Extremitäten ihre Nerven von der normalen Brachialregion des Rückenmarks. Immerhin beteiligten sich an diesen Fällen auch der 6. und 7. Spinalnerv an der Plexusbildung. (Fig. 9). Aus den vorstehenden Befunden ergibt sich deutlich, daß die verpflanzte Knospe auf den 5. Spinalnerven (den caudalen der Brachialnerven) eine Anziehung ausübt, die stärker ist, als diejenige, die von der regenerierenden Anlage ausgeht; denn der 5. Spinalnerv sollte unter normalen Bedingungen nur die orthotopische Extremität versorgen.

Wurde aber die Vorderbeinanlage intakt gelassen und eine überzählige Anlage 4 Segmente

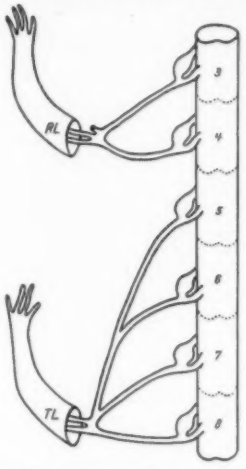


Fig. 8. Schema der Beteiligung der Spinalnerven am Plexus brachialis des transplantierten (*TL*) und des regenerierten Beins (*RL*) von AS 4—13.

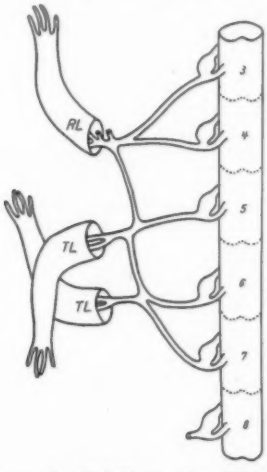


Fig. 9. Schema der Beteiligung der Spinalnerven am Plexus brachialis des verdoppelten transplantierten (*TL*) und des regenerierten (*RL*) Beins von AS 4—12.

caudal von der normalen implantiert, dann versorgten die normalen Brachialnerven nur die orthotopische Extremität, während die heterotopische Anlage in solchen Fällen gewöhnlich vom 6., 7. und 8. Spinalnerven innerviert wurde.

Naturgemäß erhob sich die Frage, ob die sich entwickelnde Extremität irgendeine spezifische Wirkung auf die Brachialnerven ausübe, oder ob diese Anziehung allgemeiner Natur sei und eher als eine Wachstumsreaktion gegenüber einem physiologisch aktiven Zentrum anzusprechen sei. Im Zusammenhang mit dieser Frage wurden zwei weitere Serien von Experimenten durchgeführt. In der ersten Serie wurde die rechte Vorderbeinanlage entfernt und ein Augenbecher mit der ihm anhaftenden Nasenplacode 4 Segmente caudalwärts von der Position der Extremität implantiert. In der zweiten Serie wurde gleichfalls die rechte Vorderbeinanlage exstirpiert und eine Schwanzknospe wurde eingesetzt an der gleichen Stelle,

Fig. 10. Photographie von LETrB 34, 31 Tage nach der Operation. Die rechte Vorderbeinanlage ist entfernt worden und eine Schwanzknospe ist 4 Segmente caudal von der Extremitätenregion implantiert. × 2,2.

wie das Auge mit der Nasenplacode in der anderen Serie. (Fig. 10). Die mikroskopische Untersuchung der Tiere, denen ein Auge mit anhaftender Nasenplacode implantiert worden war, ergab, daß der 5. Spinalnerv (und in manchen Fällen auch der 6.) über eine beträchtliche Strecke caudalwärts zu der sich differenzierenden Placode gewachsen war (Fig. 11). In einem Falle drangen die Nerven tatsächlich in die Nasenanlage ein (Fig. 12). Weiterhin fand sich, daß auch Nerven zum Auge verliefen und sich in dem lockeren Gewebe, das sich um das Auge fand, verloren, statt in der Muskulatur zu endigen, welche das normale Versorgungsgebiet der motorischen Nerven darstellt (Fig. 11). In einem Falle, in dem die Extremität in normaler Lage regenerierte, teilte sich der 5. Spinalnerv (der caudale der Brachialnerven) in zwei Äste, wovon der eine zum Vorderbein, der andere zur

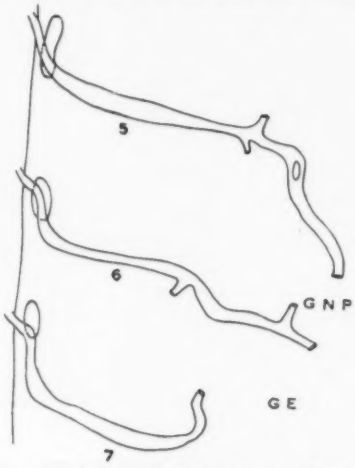


Fig. 11. Graphische Rekonstruktion der Spinalnerven von LETE 12. Die rechte Vorderbeinanlage ist entfernt worden und eine Nasenplakode und ein Augenbecher wurden 4 Segmente caudal von der Extremitätenregion implantiert. *GNP* Nasenplakode, *GE* Auge. × 20.

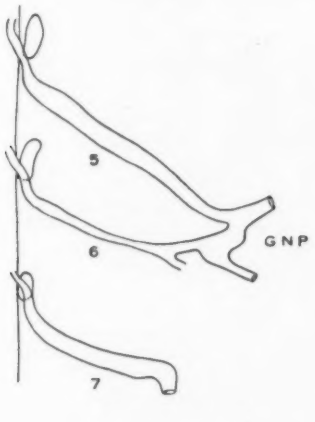


Fig. 12. Amblystomalarve LETE 13. Erklärung s. Fig. 11. × 20.

Nasenplacode verlief (Fig. 13). In diesem Falle ist die Wachstumsreaktion des 5. Spinalnerven ähnlich derjenigen in dem oberenwähnten Versuch, in dem dieser Nerv sich teilte, um die normale und die überzählige Extremität zu versorgen

(Fig. 14). Der normale Verlauf des 5., 6. und 7. Spinalnerven ist in Fig. 15 dargestellt.

Läßt man einen transplantierten Schwanz in derselben Lage sich entwickeln, dann übt dieser keine Anziehung auf die Wirtsnerven aus, wie es das Auge und die Nasenplacode getan hatten. Die Wirtsnerven nehmen ihren normalen Verlauf. Nun enthält aber ein solcher Schwanz ein isoliertes Stück Rückenmark, und alle Muskeln des Schwanzes werden von Nerven versorgt, die von diesem Stück Rückenmark kommen. Diese Nervenversorgung scheint offenbar die Aufnahmefähigkeit dieser Muskeln für eine weitere Innervation durch Wirtsnerven auszuschließen. Ich kenne kein Experiment, aus dem hervorgeht, daß eine Hyperinnervation eines sich entwickelnden Muskels im Embryo bewirkt werden kann. Weiterhin zeigen auch Transplantationsversuche an Nerven erwachsener Säugetiere (ELSBERG 1917), daß sich in diesen Fällen keine funktionelle Hyperinnervation durchführen ließ.

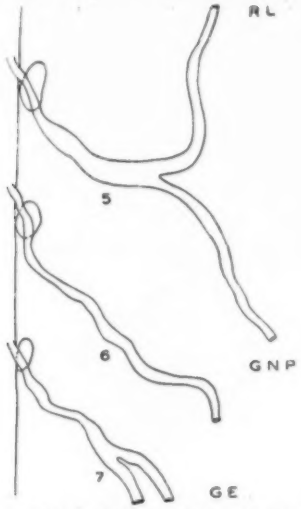


Fig. 13. Graphische Rekonstruktion der Spinalnerven von LETE 46. Die rechte Vorderbeinanlage ist entfernt worden und eine Nasenplakode (*GNP*) und ein Augenbecher (*GE*) wurde 4 Segmente caudal von der Extremitätenregion implantiert. Die Extremität (*RL*) regenerierte später in normaler Lage. × 20.

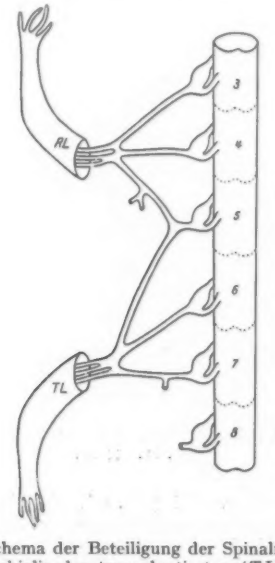


Fig. 14. Schema der Beteiligung der Spinalnerven am Plexus brachialis des transplantierten (*TL*) und des regenerierten (*RL*) Beins von AS 4—39.

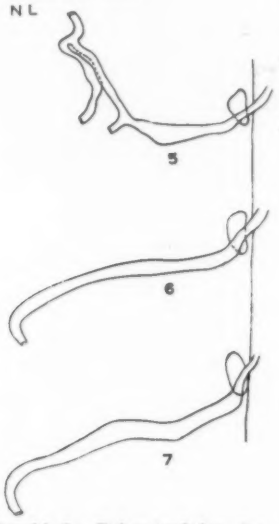


Fig. 15. Graphische Rekonstruktion des 5., 6. und 7. Spinalnerven einer normalen Larve. × 20.

Daß die motorischen Wurzeln des 5., 6. und 7. Spinalnerven caudalwärts auswachsen in das Gebiet des transplantierten Auges und der Nasenplacode, ist ein starkes Argument zugunsten der Annahme, daß anziehende Wirkungen nichtspezifischer Art ausgehen von Gebieten, die normalerweise nichts mit den angezogenen Nerven zu tun haben. In dieser Hinsicht erscheinen meine Ergebnisse den Befunden HOADLEYS (1925) zu entsprechen. Er verpflanzte Mesencephalon und Myotomgewebe von Hühnerembryonen in die Chorioallantois und fand, daß Fasern, die normalerweise visuelle Korrelationsfasern bilden, vom Mesencephalon um eine beträchtliche Strecke auswuchsen und in Muskel-, Knorpel- und Nierengewebe eindrangen.

CHILD (1921) und seine Mitarbeiter stellten

fest, daß physiologisch sehr aktive Gebiete elektronegativ gegen ihre Umgebung sind. Wenn dies der Fall ist, so scheint es verständlich, daß in der Nähe einer solchen Region auswachsende Axone durch ein elektrisches Feld angezogen werden könnten und daß eine elektrische Polarisation zustande kommen könnte, ganz in der Art, wie sie sich nach KAPPERS (1917, 1921) und CHILD (1921) im zentralen Nervensystem findet. Das Auswachsen der Nerven in caudaler Richtung zu einer transplantierten Beinknospe, einem Auge oder einer Nasenplacode, dürfte ein Beispiel für die Wirkung solcher Kräfte sein, und, ließe es sich beweisen, daß dem so ist, so könnte man diese unspezifische Anziehungskraft in die Kategorie der galvanotropischen Reize einreihen. Die Tatsache, daß die mehr kranial von dem Transplantat gelegenen Nerven mit diesem eher eine Verbindung aufnehmen als die die mehr caudal gelegenen, ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, daß, die mehr kranialen weiter entwickelt und daher früher in einem „Zustand" waren, in dem sie angezogen werden konnten. Im Ganzen genommen zeigen meine Versuche, daß Nerven, die in der Nähe von physiologisch aktiven Zentren auswachsen, angezogen werden können, und ferner, daß in den Fällen, in denen das Anziehungszentrum zu weit entfernt war, die Nerven nicht mehr zu dem Transplantat wachsen, obwohl ein großer Teil ihres eigenen Innervationsgebietes entfernt worden war (3. und 4. Spinalnerv).

Die Tatsache, daß Nerven wohl von fremden Geweben angezogen werden, ohne daß sie aber dann eine Verbindung mit ihm eingehen, scheint die Anschauung zu stützen, daß die Wachstumsrichtung und die endgültige Verbindung mit dem Endorgan bei den peripheren Nerven wohl von zwei Faktorengruppen bestimmt wird. Die eine Gruppe scheint eher unspezifischer Art, und zwar möglicherweise elektrischer Natur zu sein, wie es in den bereits erwähnten Theorien angenommen wird. Durch diese Faktorengruppe wird allem Anschein nach die allgemeine Wachstumsrichtung der Nerven bestimmt. Die Bildung der endgültigen Verbindung aber zwischen Nerv und Endorgan dürfte von einer zweiten Gruppe von mehr spezifischen Kräften kontrolliert werden. Hier wird bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis die Wirkung von Chemotaxis nahegelegt, wie es die Theorie von CAJAL annimmt. (Schluß folgt.)

Die Sonnenstrahlung im hohen Norden.

Von OTTO KESTNER, Hamburg.

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität.)

Es ist eine alte Beobachtung, daß im hohen Norden während des kurzen Sommers viele Pflanzen blühen und reifen, die sich bei uns viel langsamer entwickeln. Ferner ist es eine alte Beobachtung, daß bei vielen Pflanzen und Tieren eine Ähnlichkeit besteht zwischen den arktischen und den Hochalpenformen. Man hat diese Beobachtungen als Tatsache hingenommen, aber eigentlich sind sie merkwürdig und unerklärlich. Das Wachstum der Pflanzen und die Entwicklung vieler Tiere hängt von der Wärme ab. Aber im hohen Norden ist zwar infolge des Golfstromes und der warmen Westwinde das Jahresmittel der Temperatur verhältnismäßig hoch, und dadurch erklärt es sich, daß die Pflanzen in Skandinavien nicht zugrunde gehen wie in Grönland, sondern überwintern können. Aber im Winter wachsen die Pflanzen ja gar nicht, und wenn man die Sommermonate vergleicht, die allein für die Entwicklung der Pflanzen und kaltblütigen Tiere in Betracht kommen, so ist es im Norden kälter als im mittleren Europa. Die meteorologischen Zahlen für Svolvär auf den Lofoten und für die Station im Altenfjord bei Hammerfest lauten im Vergleich mit denen für Hamburg-Bergedorf:

	Svolvär	Altenfjord	Bergedorf
April	—	—	8,3
Mai	5,7	3,4	11,9
Juni	9,9	8,8	15,6
Juli	12,6	12,1	16,4
August	12,5	11,8	15,7

Dabei ist zu berücksichtigen, daß auch Hamburg schon unter der Einwirkung des Golfstromes und der westlichen Winde steht, in dem kontinentalen Deutschland ist das Sommerklima noch wärmer. Wenn das Wachstum der Pflanzen nur von der Temperatur abhinge, so müßte die Vegetation sich im Norden nicht schneller entwickeln, sondern langsamer. Allerdings kommt die lange Sonnenscheindauer im Sommer hinzu, aber sie kann den Unterschied durchaus nicht ausgleichen. Die schnelle Entwicklung der Flora und Fauna im hohen Norden ist also unerklärt.

Nun haben in den letzten Jahren die Untersuchungen von SCHANZ, ERNST u. a. ergeben, daß neben der Temperatur für die Entwicklung der Pflanzen und Tiere auch die Ultraviolettstrahlung der Sonne in Betracht kommt. Biologisch wichtig ist vor allem ihr kurzwelligster Teil, der kürzlich den Namen Ra-Strahlung bekommen hat. Die Ra-Strahlen sind für den Menschen wichtig. Denn sie steigern den Stoffwechsel, vermehren die Zahl der roten Blutkörperchen und aktivieren das Ergosterin, auf dem Verhütung und Heilung der Rachitis beruht. Die Ra-Strahlen beschleunigen aber auch die Entwicklung von Tieren, beeinflussen die Entwicklung der Pflanzen und erzeugen in den Pflanzen sicher das eine fettlösliche Vitamin, vielleicht beide.

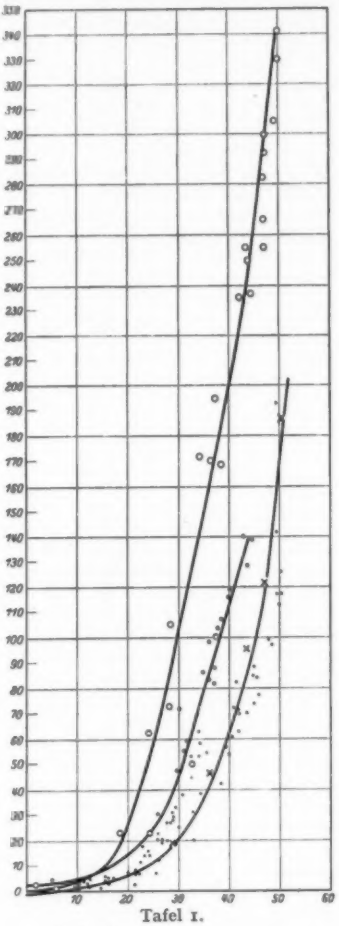
Wie steht es mit der Ultraviolettstrahlung im hohen Norden? Die Untersuchungen von DORNO in Davos, von SÜRING in Potsdam und Agra und unsere eigenen Messungen in und bei Hamburg,

auf Teneriffa und auf dem Jungfraujoch haben gezeigt, daß die Stärke der Ultraviolettstrahlung im weiten Umfange von der Sonnenhöhe abhängt. Nur bei hochstehender Sonne gibt die sog. Kadmiumzelle, mit der man die Ra-Strahlung seit DORNO allgemein mißt, einen großen Ausschlag. Bei schrägstehender Sonne werden die ultravioletten Strahlen zum größten Teil von der Atmosphäre absorbiert. Unter 30° Sonnenhöhe ist die Ultraviolettintensität bei uns recht gering, unter 20° ganz klein. Auch in dieser Hinsicht schien der hohe Norden ungünstig gestellt zu sein, da die Sonne im Sommer zwar lange am Himmel steht, aber sehr viel niedriger steht als in Mitteleuropa. Aus dem Hamburger Physiologischen Institut ist die Wirkung der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen in den letzten Jahren untersucht und sehr groß gefunden worden. Die Verhältnisse im Norden stellten einen ernsten Einwand gegen die Bedeutung des Ultraviolett dar. Ich habe daher im vorigen und in diesem Jahre die Ra-Strahlung nördlich des Polarkreises mit der Kadmiumzelle gemessen. Die Ergebnisse sind in zwei Mitteilungen in Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie niedergelegt, sie seien auch hier einem größeren Leserkreise mitgeteilt.

Ich war im August 1926 in Abisko im nördlichen Lappland (68° 21 Min.) und in Svolvär auf den Lofoten (68° 14 Min. nördlicher Breite). Im Juni 1927 war ich mit Dr. WERNER BORCHARDT vom hiesigen Tropeninstitut wieder in Svolvär und dann in Harstad, in Tromsö, in Kaafjord im Altenfjord, und Dr. BORCHARDT hat auch noch in Spitzbergen gemessen. Die Stärke der Ultraviolettstrahlung, ausgedrückt in dem Maße der Kadmiumzellen $J = \frac{10.000 - \log \frac{V_1}{V_2}}{t}$ gibt für die reine Sonnenstrahlung die Tafel I. Auf der Abszisse ist die Sonnenhöhe in Graden angegeben, auf der Ordinate die Strahlung. Die am weitesten nach rechts stehende Kurve gibt zahlreiche Messungen an ganz klaren Tagen aus der Umgebung von Hamburg wieder, außerdem Bestimmungen an klaren Tagen in Wilderswyl am Fuße der Jungfrau und eine Reihe von Bestimmungen auf der Nordseeinsel Föhr. Zwischen den drei Orten besteht kein Unterschied. Die am weitesten nach links stehende Kurve enthält Messungen am Jungfraujoch an sehr klaren Septembertagen. Die starke Erhebung über den Meeresspiegel verringert die Absorption durch die Atmosphäre bekanntlich sehr stark, und dementsprechend sind die Zahlen sehr hoch. Die dazwischenliegende Kurve entspricht den Messungen im hohen Norden, enthält auch einige Messungen, die Dr. DANNMEYER im Juli 1926 auf Island an einem sehr klaren Nordwindtage gemacht hat.

Diese Kurven zeigen, daß die Ultraviolettintensität im hohen Norden viel größer ist als bei uns. Sie liegt gerade in der Mitte zwischen der deutschen Kurve und der Kurve vom Jungfraujoch. Es zeigt sich ferner, daß die nordische Kurve auch bei ganz geringer Sonnenhöhe noch verhältnismäßig hoch läuft, hier liegt sie sogar über der Jungfraujoch-Kurve.

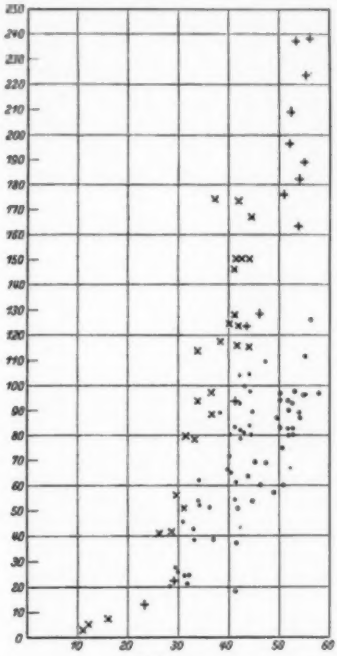
Diese Kurven beziehen sich auf die reine Sonnenstrahlung, indem die mit einem Schornstein versehene Kadmiumzelle direkt gegen die Sonne gerichtet wurde. Nimmt man den Schornstein ab, so wirkt noch ein erheblicher Teil des zerstreuten Sonnenlichtes auf die Kadmiumzelle, und die Werte liegen um 60—80% höher. Die Kurven beziehen sich weiter auf völlig klare und dunstfreie Tage mit dunkelblauem Himmel. Derartige Tage sind sowohl hier wie im Norden aber selten. In Hamburg habe ich in diesem Jahre noch keinen einzigen erlebt.



Tafel I.

Erklärung im Text.

Viel häufiger sind, auch bei gutem Wetter, Tage, an denen entweder leichte Cirruswölkchen oder ein leichter Dunst die Sonne verschleiern. Die reine Sonnenstrahlung ist dann erheblich ärmer an Ultraviolett, die Steigerung durch die Hereinnahme des zerstreuten Lichtes ist dagegen noch verhältnismäßig größer. Auch an solchen Tagen haben wir hier und im hohen Norden unter möglichst vergleichbaren Verhältnissen Messungen ausgeführt, die Tafel II zum Ausdruck bringt. Auch hier zeigt sich die große Überlegenheit des hohen Nordens.



Tafel 2.

• Schornstein Norden
× ohne Schornstein Norden
• Schornstein Hamburg
+ ohne Schornstein Hamburg.

Endlich hat sich ergeben, daß auch bei bedecktem Himmel selbst bei einer völlig zusammenhängenden Wolkendecke die Kadmiumzelle in Svolvär und Tromsö noch einen Ausschlag gibt. Dabei handelt es sich um wirkliche dunkle Wolken, nicht etwa um Nebel. Heller Nebel läßt auch am Jungfraujoch und an der Nordsee einen erheblichen Teil der Ultravioletttstrahlung durch. Hier besteht zwischen der Nordsee und dem Norden kein Unterschied, aber eine geschlossene Wolkendecke läßt nur im Norden die Ra-Strahlen durch, hier nicht. In Tromsö gab sogar um Mitternacht bei dichter Wolkendecke die Kadmiumzelle noch einen kleinen Ausschlag.

Unter allen möglichen meteorologischen Bedingungen ist also nach unseren Befunden die Ultravioletttstrahlung im hohen Norden im Sommer stärker als in Mitteleuropa. Über die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung sagen unsere Versuche nichts aus. Am nächsten liegt es, daran zu denken, daß die Erde ja an den Polen abgeplattet ist. Die beweglichere Atmosphäre könnte nach den Polen hin noch stärker verdünnt sein. Andererseits wird von den norwegischen Nordlichtforschern BIRKELAND und VEGARD angenommen, daß sich in den höchsten Schichten der Atmosphäre ein „kosmischer Staub" aus gefrorenem Stickstoff befinde, der linsenförmig die Erde umgebe, dicht am Äquator, viel dünner nach den Polen zu.

Den Physiologen interessieren mehr die Folgen für Mensch und Tier. Zunächst für den Menschen. Es ist bekannt, daß bei Kindern und bei Kranken mit vermindertem Blutfarbstoffgehalt im Blute die Sonnenstrahlen, und zwar ihr kurzwelliger Teil, die Blutbildung verstärken. BORCHARDT hat in Svolvär und in anderen nordnorwegischen Orten bei einer größeren Anzahl von Kindern den Gehalt an Blutfarbstoff im Winter und im Sommer bestimmt. Er lag im Winter an der unteren Grenze dessen, was man in deutschen Großstädten gerade noch als normal ansieht, er stieg im Sommer nach den ersten sonnigen Tagen plötzlich an und lag dann an oder über der oberen Grenze für uns.

Sodann für die Pflanzen. Die im Meere lebenden Pflanzen werden unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung so vitaminreich, daß die sich von ihnen nährenden Tiere das antirachitische Vitamin in ihrem Körper speichern. Ein Tier frißt das andere und der Dorsch, den der Mensch ißt, ist wahrscheinlich erst der dritte oder der vierte, auf den das Vitamin übergeht. Er speichert es aber noch in solchen Mengen, daß die Dorschleber die vitaminreichste Nahrung ist, die wir überhaupt kennen. Wenn wir unsere vitaminarm ernährten Kinder mit Lebertran aus der Dorschleber behandeln, so führen wir ihnen einen Stoff zu, der seine Entstehung dem Strahlenreichtum des hohen Nordens verdankt.

Bei den Landpflanzen verstehen wir nun ihre schnelle Entwicklung in dem kurzen Sommer. Wir wissen heute durch die Untersuchungen von ERNST, daß die Pflanzen sich insofern ähnlich wie der Mensch verhalten, als es bei ihnen nicht nur auf die absolute Menge der Ultravioletttstrahlung ankommt, sondern auch auf ihr Verhältnis zur Wärme. Das Verhältnis $\frac{\text{Ultravioletttstrahlung}}{\text{Wärme}}$ ist im Norden ganz anders als bei uns, da dem gesteigerten ultravioletten Reichtum eine geringere Wärme gegenübersteht. Das zeigen schon die angeführten Monatsmittel, und diese meteorologischen Zahlen geben noch gar nicht die volle Wahrheit, denn sie beziehen sich auf die Lufttemperatur im Schatten, in der Sonne ist es natürlich wärmer. Diese strahlende Sonnenwärme ist schwer genau zu messen, da das Schwarzkugelthermometer höhere

Werte gibt, als sie für Menschen, Tiere und Pflanzen in Betracht kommt. Wenn man ein gewöhnliches Thermometer einfach in die Sonne legt, steigt es im Norden wegen der geringeren Sonnenhöhe viel weniger hoch als bei uns. Durch das höhere Verhältnis $\frac{\text{Ultraviolettstrahlung}}{\text{Wärme}}$ sind im Norden für die Pflanzen ganz andere Wachstumsbedingungen gegeben als bei uns, die Bedingungen ähneln aber denen im Hochgebirge, wo die Ultraviolettstrahlung noch stärker ist, die Wärme aber wegen der kalten Nächte und der niedrigen Luftwärme viel niedriger ist als in der Ebene. Die Ähnlichkeiten zwischen arktischer und Alpenflora und -fauna sind so einleuchtend geworden. Für die Erscheinungen, zu deren Aufklärung die Strahlenmessungen vorgenommen wurden, ergibt sich ein gewisses Verständnis.

Endlich noch eine praktische Anwendung. Die schwedische Wissenschaft bemüht sich heute sehr, die Lebensmittelerzeugung in Schweden zu steigern. Sie hält sich aber zunächst vorwiegend an den Getreidebau. Die natürlichen Bedingungen, wenigstens der nördlichen Bezirke von Schweden, erscheinen aber geeigneter für die Viehzucht. Wenn Ochsen und Kühe sich von den Pflanzen nähren, die in dem strahlenreichen Sommer gewachsen sind, so müssen ihr Fett und ihre Milch viel vitaminreicher werden als sonst, d. h. für den Menschen unvergleichlich viel wertvoller.

Besprechungen.

WELLS, H. G., **Die chemischen Anschauungen über Immunitätsvorgänge.** Deutsch von WIGAND. Jena: Gustav Fischer 1927. XV, 288 S. mit 2 Kurven im Text. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 11.—, geb. RM 12.50.

Wer das vorliegende Buch studiert, wird die objektive klare Darstellung eines komplizierten Wissensgebietes und die sachliche Kritik des Autors bewundern. Dem Chemiker die Kenntnis der Immunitätsprobleme und dem Immunitätsforscher die erforderlichen chemischen und besonders physikalisch-chemischen Forschungen auf diesem Gebiet zu vermitteln, ist der Zweck des Buches. Diese Aufgabe ist nach Inhalt und Anlage des Werkes in unübertrefflicher Weise gelöst, so daß es jedem an biologischen Problemen Interessierten zu einer genußreichen und ungewöhnlich anregenden Lektüre werden muß.

Nach einem kurzen einführenden Kapitel wird der Charakter und die Chemie der Antigene einer eingehenden Darstellung unterzogen. Nur kolloidal gelöste Proteine können als Antigene wirken; es ist nicht sichergestellt, ob auch Lipoidsuspensionen Antigenfunktionen übernehmen können. Die immunologische Spezifität beruht auf chemischen Eigentümlichkeiten, und zwar ist nicht das gesamte Proteinmolekül bei der Bestimmung des spezifischen Charakters der Immunitätsreaktionen beteiligt, sondern nur bestimmte Gruppen oder Radikale des Moleküls.

Vier weitere Kapitel sind der Struktur der Antikörper gewidmet. Man hat die Antikörper gleich den Fermenten bisher nur an ihren Wirkungen erkannt, ohne zu wissen, ob sie spezifische molekulare Aggregate oder lediglich physikalische, von Veränderungen der Oberflächenenergie abhängige Kräfte sind. Die Frage, ob es nur einen oder verschiedene Typen von Antikörpern gibt, wird von WELLS allseitig beleuchtet, die Beziehungen der Eiweißfraktionen des Serums zu den Antikörpern werden dargelegt. Bei der Darstellung der Toxin-Antitoxinreaktion wird die EHRLICHsche Theorie sowie ihre Kritik durch ARRHENIUS der abweichenden Adsorptionstheorie BORDETS gegenübergestellt. Die Analyse der Agglutinations- und Präcipitationsphänomene, die durch Verminderung des Dispersitätsgrades von Kolloiden in Suspensionen oder in Lösung charakterisiert sind, führt tief ins Gebiet der physikalischen Chemie hinein; es wird in diesem Zusammenhang die Bedeutung des DONNANschen Gleichgewichts für biologische Vorgänge dargelegt. Wegen ihrer allgemein-biologischen Bedeutung ist der BORDETschen Komplementbindungsreaktion eine besonders eingehende Darstellung gewidmet, ihre praktischen Anwendungen als ABDERHALDENsche Reaktion und — noch bedeutsamer — als Wassermann-Reaktion werden von chemischen und physikalisch-chemischen Gesichtspunkten betrachtet. In den Schlußkapiteln findet sich eine kritische und aufschlußreiche Zusammenfassung über die chemischen Grundlagen der Allergie und der Anaphylaxie, wobei der große prinzipielle Unterschied dieser beiden Reaktionsarten betont wird. Mit der Darstellung der phagocytären Immunität, d. h. den chemischen Vorgängen bei der Verteidigung der Blut- und Gewebszellen des Körpers gegen Infektionen beschließt WELLS sein Buch.

Wenn man die Fähigkeit einer unbestechlichen Kritik, einer über jede Problematik triumphierenden Klarheit der Darstellung, die Vermeidung jedes überflüssigen Wortes und die Kunst, ein Wissensgebiet in knappester Form ganz zu erschöpfen, als klassisch bezeichnet — so wird man dem Werk diese Bezeichnung nicht vorenthalten dürfen. F. LEWY, Berlin.

HANDOVSKY, HANS, **Leitfaden der Kolloidchemie für Biologen und Mediziner.** Dresden und Leipzig: Th. Steinkopff 1925. 2. Auflage. XVI, 265 S., 36 Abb. und 1 Tafel. 16 × 23 cm. Preis geb. RM 14.—.

Dieser Leitfaden der Kolloidchemie, der sich an die Biologen und Mediziner wendet, erscheint nunmehr in zweiter Auflage und beweist damit, daß er sich Freunde zu erwerben gewußt hat. Er geht von der zutreffenden Voraussetzung aus, daß seine Leser nicht allein eine Einführung in die Grundlehren der Kolloidchemie und eine Anleitung zum Verständnisse ihrer Anwendungen suchen, sondern daß darüber hinaus, zumindest in wiederholender Weise, auch manche Tatsache und Anschauung aus der physikalischen Chemie in Erinnerung gerufen werden muß. Durch geschickte Einfügungen hat der Verf. diesem Bedürfnisse Rechnung getragen und es nicht versäumt, durch Zahlen- oder Rechenbeispiele die einzelnen Ausführungen zu beleben und anschaulich zu machen. LOTHAR HOCK, Gießen.

MÜLLER, ERICH, **Die elektrometrische (potentiometrische Maßanalyse.** 4. verbesserte und vermehrte Auflage. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1927. VI, 246 S., 56 Abb. u. 6 Schaltungsskizzen. 23 × 16 cm. Preis geh. RM 12.—, geb. RM 14.—.

Gelegentlich der Besprechung von KOLTHOFFS Maßanalyse (Naturwissenschaften **15**, 430. 1927), konnte darauf hingewiesen werden, welche erstaunliche Entwicklung die maßanalytischen Methoden in jüngster Zeit unter dem Einfluß physikalisch-chemischer Be-

trachtungsweise genommen haben. Den ersten Anstoß zu dieser neuen Entwicklung gaben die elektrometrischen Methoden, deren theoretische Grundlagen und praktische Ausführung seinerzeit zum ersten Male in vorliegendem Werke zusammenfassend dargestellt wurden. Die Bedeutung dieses Buches wird am besten dadurch beleuchtet, daß schon 5 Jahre nach seinem ersten Erscheinen die 4. Auflage notwendig geworden ist, in der die wichtigsten der in letzter Zeit neu hinzugekommenen Methoden ihre gebührende Berücksichtigung gefunden haben, so daß das Werk auf der bisher bewährten Höhe sich erhalten hat.

A. Rosenheim, Berlin.

HERZOG, R. O., **Chemische Technologie der organischen Verbindungen.** 2. Auflage. Heidelberg: C. Winters Universitätsbuchhandlung 1927. XII, 997 S. und 461 Abbild. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 66.—, geb. RM 70.—.

An dem Sammelwerke ist eine Reihe von hervorragenden Autoren tätig gewesen, welche auf ihrem Spezialgebiete hohe Wertgeltung besitzen. Deshalb sind die meisten Einzeldarstellungen einwandfrei. Allerdings ist es fraglich, ob es überhaupt möglich ist, in so engem Rahmen eine einigermaßen gleichartige und eingehende Darstellung des großen Gebietes der Technologie der organischen Verbindungen zu geben. Sammelwerke werden kaum je eine vollkommen homogene Darstellung der behandelten Gegenstände ermöglichen. In dem vorliegenden Werke sind die Unterschiede in der Behandlung der einzelnen Abschnitte wesentlich. Der Zusammensetzung und Verarbeitung des Steinkohlenteers sind insgesamt 7 Seiten gewidmet. In einer chemischen Technologie der organischen Verbindungen, welche 1927 herausgegeben worden ist, wird man die Veredelung der Kohlen, sei es auf dem Wege der Hydrierung der festen Brennstoffe oder der Hydrierung des Kohlenoxyds und der Kondensation ungesättigter Kohlenwasserstoffe suchen. Hierüber findet sich in dem vorliegenden Werke leider nichts. Dafür sind andere Kapitel mit verhältnismäßig größerer Breite (Stärke 27 Seiten, Formaldehyd und seine Verbindungen 18 Seiten, Wein 24 Seiten) geschildert. Auch die modernen Krackdestillationsverfahren sind erheblich zu kurz gekommen. Das wichtige Gebiet der künstlichen Seide, das wohl besser bei dem Abschnitt „Gespinstfasern" und nicht beim Abschnitt „Kohlenhydrate" gebracht werden sollte, ist zu kurz dargestellt worden. Sehr bedauerlich ist, daß sich in der Darstellung des Herausgebers nichts findet über seine eigenen schönen Untersuchungen und der anderer Forscher über die Konstitution der Cellulose. Veraltete statistische und Preisangaben, z. B. Zuckerverbrauchszahlen bis 1906, Rohglycerinpreise bis 1909, sind wohl überflüssig.

Abgesehen von diesen nicht wesentlich in Betracht kommenden Mängeln enthält das Werk wertvollen Inhalt und kann deshalb angelegentlichst empfohlen werden. Ernst Berl, Darmstadt.

KOPPEL, IWAN, **Der Bau der Atome und das periodische System.** Leipzig: Leopold Voss 1927. IV, 174 S. und 47 Abbildungen. 15 × 22 cm. Preis geh. RM 9.—, geb. RM 10.50.

Der Verfasser „wendet sich in erster Linie an Chemiker und Studierende der Chemie, die sich eingehendere Kenntnisse der neueren Atomistik verschaffen wollen, als sich aus Lehrbüchern der Chemie oder allgemein verständlichen Darstellungen entnehmen lassen" (aus dem Vorwort). In angenehmem und klarem Stil geschrieben, gibt das Büchlein eine Übersicht über die Grundtatsachen der modernen Atomvorstellung und endet mit einer Besprechung der Bohrschen Theorie des periodischen Systems an der Hand der bekannten Bohrschen und Stoner-Main-Smithschen Tabelle. Man darf wohl sagen, daß es dem Verfasser gelungen ist, den Chemikern einen Einblick darin zu geben wie die theoretische Physik, sich stützend auf rein physikalische Versuche und Überlegungen, zu einem gewissen Verständnis der chemischen Grundtatsachen und der im periodischen System dargelegten Klassifizierung der chemischen Grundstoffe vorgedrungen ist.

Einen Einwand allgemeiner Natur gegen die Darstellung des Verfassers möchte ich aber hier nicht unterdrücken. Es kommt mir vor, daß bei der Besprechung der physikalischen Theorien die eigentlich physikalische Seite der Überlegungen zugunsten der mehr formalen, mathematischen Behandlung auf den Hintergrund gedrungen ist. Die Bohrsche Theorie der wasserstoffähnlichen Spektren erscheint z. B. in so formalem Gewande, daß sie mehr wie ein Rechenschema als wie eine physikalische Theorie erscheint. Eine solche Darstellungsweise rächt sich, wenn man an die Ergebnisse der modernen Quantenmechanik denkt, die in dem Büchlein noch nicht berücksichtigt sind. Während sie den Triumph der physikalischen Gedanken der ursprünglichen Bohrschen Theorie darstellen, erscheinen die Rechenschemas der älteren Quantentheorie in ihrem Lichte als veraltet und teilweise falsch. Dazu kommt, daß die Methode der Phasenintegrale, die an der Hand des Wasserstoffatoms ziemlich ausführlich mathematisch (leider nicht ganz einwandfrei) erörtert ist, trotzdem nicht so weit für den Fall der allgemeinen Zentralbewegung durchgeführt wird, daß man einen Einblick bekommt in die wesentlichen physikalischen Argumente der Theorie des periodischen Systems (eindringende Bahnen, Verständnis des Auftretens der langen Perioden).

Es ist zu bedauern, daß der Verfasser die Theorie des magnetischen Elektrons nicht berücksichtigt hat, denn es wird mehrmals auf Probleme hingewiesen, wo eben diese Theorie eine wesentliche Klärung herbeigebracht hat.

Neben diesen Bemerkungen betone ich aber nochmals gern die vielen guten Eigenschaften des Büchleins. Als erster Leitfaden beim Studium des Atombaues wird es vielen willkommen und wertvoll sein.

H. A. Kramers, Utrecht.

CHWOLSON, O. D., **Lehrbuch der Physik.** 2. Auflage. Bd. IV, Abteilung 1: Das konstante elektrische Feld. VIII, 432 S. und 154 Abb. Preis geh. RM 14.—, geb. RM 16.—. — Bd. IV, Abteilung 2: Das konstante Magnetfeld. VII, 565 S. und 181 Abb. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.50. — 3. Auflage. Bd. I, Teil 1: Mechanik und Meßmethoden. X, 401 S. und 188 Abb. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 17.50. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges. 1925—1927. 14 × 22 cm.

CHWOLSON, O. D., **Die Physik 1914—1926.** Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn, Akt. Ges. 1927. X, 696 S. und 104 Abb. Preis geh. RM 35.—, geb. RM 38.—.

Die Fertigstellung der zweiten Auflage des Chwolsonschen Lehrbuches der Physik in 5 Bänden fällt zeitlich zusammen mit dem Beginn der 3. Auflage, von welcher bereits der 1. Teilband (Mechanik und Meßmethoden) erschienen ist. Es kann nicht in Frage kommen, über die Bedeutung dieses Lehrbuches der Physik überhaupt hier etwas zu sagen. Wohl die Mehrzahl der Physiker hat sich mit seiner Hilfe mit den Grundlagen der ganzen Physik und mit außer-

ordentlich vielen Einzeltatsachen, die in oft bewunderungswürdiger Mannigfaltigkeit und in anschaulicher Darstellung in diesem Lehrbuche zusammengefaßt sind, vertraut gemacht. So kann man sich nur freuen, daß der Verfasser eine neue Auflage selbst verfassen konnte, und daß sich GERHARD SCHMIDT der Aufgabe unterzogen hat, das Werk zu bearbeiten, teilweise auch zu ergänzen und zu erweitern. Eines ist besonders zu begrüßen: daß der Umfang des Buches trotz der „Vermehrung" wenigstens nicht übermäßig gewachsen ist. Soweit man nach den bisher erschienenen Teilen des neuen MÜLLER-POUILLET beurteilen kann, wird dieses Lehrbuch, welches bisher neben dem von CHWOLSON etwa die gleiche Aufgabe einer tieferen Einführung in die Physik hatte, an Umfang ganz außerordentlich wachsen, und schon mehr einen handbuchartigen Charakter gewinnen. Das ist an sich kein Fehler. Aber gerade die Aufgabe, ein wirkliches *Lehrbuch* zu sein, fällt dann noch mehr als bisher dem CHWOLSONschen Buche zu und hierzu *darf* es eben nicht zu umfangreich und nicht zu kostspielig sein, wenn eine genügende Verbreitung, besonders in den Kreisen der älteren Studenten erreicht werden soll. Und gerade das scheint dringend erforderlich.

Die Art der Anlage der 2. Auflage ist die gleiche, wie die der ersten. Es ist einiges gekürzt, dafür sind neuere Ergebnisse mehr oder weniger berücksichtigt, ohne daß etwa die sog. „moderne Physik" nun ganz in das Lehrbuch hineingebracht wurde. Die Literaturangaben am Ende jedes Kapitels, die so außerordentlich wertvoll sind, wurden durch Aufnahme neuer Arbeiten ergänzt.

Die Behandlung der modernsten Fragen ist in einem besonderen Bande erschienen mit dem Titel: Die Physik 1914—1926. CHWOLSON gibt ihm den Untertitel: „17 ausgewählte Kapitel" und nennt ihn „eine Ergänzung zu meinem Lehrbuche der Physik". Es seien zunächst die behandelten Fragen, die CHWOLSON als der Auswahl würdig erkannte, angeführt: Die Ladung und die Masse des Elektrons; die Lehre von den Quanten; der Bau des Atoms; der Atombau bei $Z > 1$; die Lehre von den Linienspektren; die Röntgenstrahlen; Die Bandenspektren; die ultravioletten und infraroten Strahlen; Erregung und Ionisation der Gase durch Elektronenstöße; die Quantentheorie des Lichtes; photoelektrische Erscheinungen; Photolumineszenz; verschiedene Anwendungen der BOHRschen Theorie und der Quantenlehre; die Isotopen; die Supraleiter; der neue Versuch von MICHELSON; die elektromagnetische Spektroskopie der Metalle. CHWOLSON hat in der Tat schon die richtigen Fragen erfaßt. Aber die Art der Darstellung böte der Kritik manchen Angriffspunkt. Nicht die Auswahl selbst, — mit Ausnahme des letzten, der experimentellen Durcharbeitung doch noch sehr bedürftigen Kapitels —, sondern manche einzelne in den Kapiteln behandelte Fragen wären hier zu beanstanden, hätte nicht CHWOLSON selbst diese Kritik in den ersten Zeilen seiner Vorrede schon ausgesprochen: von 1914—1922 war er von dem physikalischen Auslande abgeschnitten, und erst dann erhielt er die wichtigsten Zeitschriften und Bücher. Was wir miterlebt, *durchlebt* haben, das hat er nur durchgearbeitet und oft das, was ihm wohl mehr oder weniger durch Zufall dabei als besonders schön erschien, mit seiner prachtvoll didaktischen Gabe dargestellt. So ist eben jetzt manches, das doch als Irrweg, als unnötig, unzweckmäßig längst erkannt ist, noch in dem Buche enthalten und setzt dadurch zwar nicht den Wert desselben herab, aber doch den Umfang und auch die Mühe für den sich einarbeitenden Neuling beträchtlich herauf.

Mußte dieses Negative hier gesagt werden, so soll aber auch anerkannt werden, daß eine große Reihe von Problemen ganz ausgezeichnet dargestellt sind; daß vor allen Dingen zahlreiche einfache mathematische Ableitungen gegeben sind, welche der Anfänger etwa in schwierigeren Spezialwerken nicht findet, die er aber kennen muß, wenn er die Originalliteratur lesen soll, daß weitgehend experimentelle Fragen, Beschreibungen an Apparaten und Ausführungen von Versuchen gebracht sind, welche den Studenten nicht nur Tatsachen, sondern lebende Physik erlernen lassen. Wegen der großen Schwierigkeit, welches das Studium der Physik heute bietet, indem der Student nicht nur die „klassische Physik", sondern auch die „moderne Physik" lernen soll, muß das Erscheinen auch dieses Buches trotz der erwähnten Mängel aufrichtig begrüßt werden. Und man muß dem Verfasser alle Hochachtung entgegenbringen, daß er sich in hohem Alter in diese Fragen noch eingearbeitet hat und eine so umfangreiche Darstellung zustande bringen konnte.

* * *

Vielleicht darf der Referent zum Schlusse der Besprechung einem Wunsche Ausdruck geben, der sich weniger an den Verfasser, als an den deutschen Bearbeiter und den Verleger wendet und der, wie ich zu wissen glaube, im Namen vieler Kollegen auszusprechen ist. Bei der Verarbeitung neuer Ergebnisse in der 2. Auflage sind manche Ungleichheiten entstanden; besonders in dem Optikband, welcher in der 2. Auflage eine völlige Umarbeitung durch SCHMIDT erfahren mußte, fiel manches durch Umstellung oder andere Auswahl zu Besserndes dem Referenten auf. Dieses wird niemand mehr bekannt sein als gerade dem Herausgeber der 2. Auflage. Denn man erkennt aus seiner Vorrede, daß er ein Kompromiß zwischen dem Inhalte des CHWOLSONschen Buches und seiner für deutsche Studenten berechneten Ausgabe machen mußte. Der Wunsch ist nun, daß es gelingen möge, *ohne weitere Kürzung an den Grundlagen* — sowohl den theoretischen, als den experimentellen Grundlagen — alles das mit zu verarbeiten, was an neuen Erkenntnissen hinzugekommen ist, ohne den Umfang wesentlich zu verändern. Es wird da sorgfältigster Überlegung bedürfen, was aufzunehmen, was zu kürzen ist. Es ist leicht, hier zu kritisieren, aber sehr schwer, das Richtige zu treffen. Es ist ein Glück, daß die Bearbeitung der neuen Auflage in so starker Hand liegt: denn *eine* Hand war es, welche dieses Lehrbuch schrieb, *eine* Hand muß es sein, welche es neu bearbeitet, soll es seinen Charakter beibehalten. Und gerade dessen bedarf der physikalische Unterricht heute mehr denn je.

WALTHER GERLACH, Tübingen.

Handbuch der Physik. Herausgegeben von H. GEIGER und KARL SCHEEL. Bd. 11: **Anwendung der Thermodynamik.** Redigiert von F. HENNING, Berlin: Julius Springer 1926. VI, 454 S. und 198 Abb. Preis geh. RM 34.50, geb. RM 37.20.

Das erste Kapitel dieses Bandes bringt als Anwendung der Wärmetheorien auf spezielle Systeme die Thermodynamik der Erzeugung des elektrischen Stromes von W. JAEGER, eingeteilt in Stromerzeugung bei gleichmäßig und solche bei ungleichmäßig temperierten Systemen. Es wird nur eine kurze Darstellung der Theorien der Hydro-, der Thermo-Elemente usw. gegeben; auch die Anwendungen werden nur kurz gestreift, da sie in Band XVI ausführlicher behandelt werden. In dem 2. Kapitel sind die theoretischen Grundlagen, die experimentellen Methoden und die numerischen Resultate auf dem Gebiete der Wärme-

leitung in einheitlicher Darstellung von M. JAKOB vorzüglich zusammengefaßt. Die außerordentliche Fülle von Meßmethoden auf diesem Gebiet wird vollständig behandelt, dabei auch der wichtigen technischen Anwendung dieses Gebietes gebührend Rechnung getragen. Das folgende Kapitel 3 von A. WEGENER bringt von der Thermodynamik der Atmosphäre nur die herausgegriffenen Teilgebiete: Vertikale Druckabnahme, vertikale Temperaturänderung und Kondensationsprozesse. Dabei wird von der Behandlung der eigentlichen meteorologischen Probleme abgesehen. Angesichts der vielen physikalisch interessanten Probleme, die in der Meteorologie noch ihrer Lösung harren, erscheint die Vernachlässigung der Meteorologie in einem Handbuch der Physik unberechtigt. Kapitel 4 enthält eine kurze Darstellung der hygrometrischen Methoden. Großen Genuß gewährt die Lektüre der im 5. Kapitel enthaltenen, von E. FREUNDLICH dargestellten Thermodynamik der Gestirne. Es wird eine Darstellung der SAHAschen Theorie der Sternatmosphären gegeben, an die sich die Thermodynamik des Sterninneren nach EDDINGTON anknüpft, die mit einem Ausblick auf die Thermodynamik des Kosmos schließt, ein Ausblick, der resigniert gestimmt sein muß, da wir schon auf die Frage, ob im Kosmos thermodynamisches Gleichgewicht herrscht oder nicht, zur Zeit so gut wie nichts zu antworten wissen.

Ein interessantes Kapitel ist auch die darauffolgende Thermodynamik des Lebensprozesses von O. MEYERHOF. Es ist sehr zu begrüßen, daß die anregende Darstellung dieses Nachbargebietes in dem Handbuche Aufnahme gefunden hat, obgleich es der eigentlichen Physik doch sicher ferner liegt als z. B. die obenerwähnte Meteorologie. Denn den Fachphysiker muß es befriedigen, wenn er sieht, wie seine letzten Resultate auch unsere Stellung zu dem Problem des Lebens verändern, vielleicht sogar verbessern, einem Problem, das doch von höherer Größenordnung ist als die Physik selbst. Unter Ablehnung des Vitalismus hält der Verfasser an der Grundannahme fest, daß es weder naturphilosophische Grundsätze geben kann, die in der Biologie *keine* Anwendung finden, noch solche, die sich ausschließlich auf das Lebendige beziehen. Die Lebewesen stellen also nach ihm nur eine höhere Organisationsform der unbelebten Materie dar, die sich etwa zur Organisation der Atome oder Moleküle so verhält wie diese zu den Elektronen und Protonen, auf denen sie aufgebaut sind. Zur Charakterisierung der Darstellung mögen die Titel der Unterabschnitte angegeben sein: I. Allgemeines: a) Naturphilosophische Fragen; b) Energieumwandlungen im Lebensprozeß; c) Chemische Grundlage der vitalen Prozesse. II. Thermochemie und Thermodynamik im Tierkörper: a) Stoffwechsel und Energielieferung; b) Physikalische Gesetze des Stoffwechsels; c) Die Umwandlung der chemischen Energie in andere Form; d) Thermodynamik der Gasbindungen im Blute. III. Thermodynamik und Thermochemie in den Pflanzen: a) Chemosynthetische Assimilation der Kohlensäure in den nitrifizierenden Bakterien; b) Die photochemische Reduktion der Kohlensäure in den grünen Pflanzen; c) Thermodynamik der Nitratassimilation; d) Schlußbetrachtung. Die Darstellung ist kritisch, hält sich aber von Polemik fern. Sie berührt auch sympathisch wegen der Einstellung zu den physikalischen Problemen. Verfasser meint mit Recht, daß der Vitalismus ganz allgemein die Erklärbarkeit der *un*belebten Natur *über*schätze. Auch die Phänomene der unbelebten Natur führen auf unerklärbare Elementarvorgänge und Anfangskonstellationen, die als gegeben hingenommen werden müssen.

In Kapitel 7 behandelt W. MEISSNER die Erzeugung tiefer Temperaturen und die Gasverflüssigung. Es wird ein guter Überblick über die verschiedenen technischen Verfahren zur Kälteerzeugung gegeben. Etwas ausführlicher werden die Verfahren und Hilfsmittel behandelt, wie sie für das Arbeiten bei tiefen Temperaturen im physikalischen Laboratorium in Betracht kommen. Auch die neue Heliumverflüssigungsanlage der Reichsanstalt wird beschrieben. Die Erzeugung von hohen Temperaturen ist im Kapitel 8 von CARL MÜLLER in vorzüglicher Weise bearbeitet worden. Mit seltener Gründlichkeit ist alles zusammengetragen worden, was für den Physiker bei der Aufgabe, hohe Temperaturen im Laboratorium zu erzeugen, nützlich sein kann. Auch der Fachphysiker wird vielleicht überrascht sein, wenn er (hier zum ersten Male) zusammengefaßt sieht, wieviele mannigfache Formen zur Temperaturerzeugung es gibt und wieviel Arbeit in diese Aufgabe von seiten der Physiker und Techniker hineingesteckt ist. Die Darstellung ist außerordentlich gelungen, in eine gute Disposition zusammengefaßt und der Standpunkt des Physikers genügend in den Vordergrund gerückt, d. h. die physikalischen Besonderheiten der einzelnen Wärmequellen gut herausgearbeitet (vgl. z. B.: Bewegungserscheinungen in den Induktionsöfen); auch werden die für die Laboratoriumspraxis wichtigen Details gebührend gewürdigt (vgl. z. B.: die Abschnitte über Vakuumdurchführungen und die Tabellen über feuerfeste Materialien). Das 9. letzte Kapitel des Bandes gibt eine kurze Darstellung der Thermodynamik der Wärmekraftmaschinen von KARL NEUMANN.

Der Inhalt des vorliegenden Bandes deckt sich nicht ganz mit dem Titel. Unter „Anwendung der Thermodynamik" kann man wohl nur die Übertragung der allgemeinen Wärmetheorien auf spezielle Systeme verstehen. Eine ganze Reihe von Kapiteln entspricht diesem Titel (1, 3, 5, 6 und 9), andere, wie die Wärmeleitung, die Hygrometrie, die Erzeugung von hohen und tiefen Temperaturen, betreffen mehr Dinge der praktischen Physik. In den drei Wärmebänden des Handbuches ist augenscheinlich die Trennung von Theorie und Experiment vermieden worden. An sich mag dieses Prinzip viele Vorzüge haben; in dem vorliegenden Falle ist aber die Einteilung des Stoffes, insbesondere die Unterbringung der speziell auf das experimentelle gerichteten Dinge, augenscheinlich auf Schwierigkeiten gestoßen; so findet man in dem besprochenen Bande viele Kapitel experimenteller Richtung, die Messung der Temperatur aber, die doch auch dazu gehört, steht z. B. im Bande 9 unter Theorien der Wärme.

E. REGENER, Stuttgart.

Handbuch der Physik. Herausgegeben von H. GEIGER und KARL SCHEEL. Band 15: **Magnetismus; Elektromagnetisches Feld.** Redigiert von W. WESTPHAL. Berlin: Julius Springer 1927. VI, 532 S. Preis geh. RM 43.50, geb. RM 45.60.

Dem Titel entsprechend zerfällt der Band in zwei Teile. Der erste, dem *Magnetismus* gewidmete Teil beginnt mit einem Kapitel über *Magnetostatik* von P. HERTZ. Die Darstellung geht in der üblichen Weise von den elementaren Erfahrungstatsachen (Coulombsches Gesetz usw.) aus und hält sich zunächst an den Standpunkt der Fernwirkungstheorie. Kräfte und Energien werden ausführlich studiert für den Fall, daß die Permeabilität des umgebenden Mediums überall gleich 1 ist. Weiterhin wird der Fall einer von 1 verschiedenen Permeabilität betrachtet; die magnetische Induktion, die wahre und freie Magnetisierung werden auf Grund der Fernwirkungstheorie behandelt.

Sodann werden die Verhältnisse vom Standpunkte der Nahewirkungstheorie betrachtet. Weitere Verallgemeinerung führt zum Studium einer durch die Feldstärke zwar eindeutig bestimmten, aber mit ihn nicht proportionalen Magnetisierung, und endlich des allgemeinsten Falles mit Hysteresis. Das zweite, gleichfalls von P. HERTZ verfaßte Kapitel behandelt die *magnetischen Felder von Strömen*.

W. STEINHAUS berichtet im dritten Kapitel über *die magnetischen Eigenschaften der Körper*. Die empirischen Gesetzmäßigkeiten und die bis jetzt vorliegenden theoretischen Überlegungen über Dia-, Para- und Ferromagnetismus werden besprochen; zahlreiche graphische Darstellungen unterstützen die Erläuterungen des Textes über Magnetisierung, Hysterese usw., über magnetische Umwandlungspunkte und über die mannigfachen Wechselbeziehungen zwischen mechanischen Deformationen und magnetischen Eigenschaften. In den theoretischen Abschnitten vermißt man leider eine Berücksichtigung der bekannten Arbeit von LENZ.

Sehr zu begrüßen scheint es, daß für das folgende, den *ferromagnetischen Stoffen* gewidmete Kapitel E. GUMLICH als Verfasser gewonnen werden konnte. Der Name dieses Verfassers bürgt bereits dafür, daß der Leser hier eine besonders moderne und zuverlässige Darstellung findet. Das Kapitel gliedert sich in drei Abschnitte; der erste ist dem Eisen, der zweite (sehr kurze) den Elementen Nickel, Kobalt, Mangan, der dritte den Legierungen ferromagnetischer Stoffe gewidmet. Der erste Abschnitt bespricht ausführlich die magnetischen Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten (reines Elektrolyteisen, technisch weiches Eisen, Gußeisen, Stahl) unter den mannigfaltigen Einflüssen von Zusätzen, Verunreinigungen, von technischer Bearbeitung, Korngröße usw. Auch die Legierungen von Eisen mit nicht ferromagnetischen Stoffen, insbesondere die in letzter Zeit für die Technik so bedeutsam gewordenen Si-Legierungen, finden Berücksichtigung. Der dritte Abschnitt behandelt der Reihe nach die Legierungen von Fe und Ni, von Fe und Co, von Ni und Co und die HEUSLERschen Legierungen. Endlich werden die ferromagnetischen *Krystalle* besprochen — wobei freilich die neuesten wichtigen Ergebnisse über Eiseneinkrystalle (GERLACH) leider nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

Den Beschluß des ersten Teiles bildet ein Kapitel über *Erdmagnetismus* von G. ANGENHEISTER. Da die Methoden und Beobachtungsinstrumente für die erdmagnetischen Untersuchungen in einem anderen Bande des Handbuches besprochen werden, beschränkt sich der vorliegende Bericht auf die Beobachtungsergebnisse und die Erörterung des physikalischen Ursprungs des erdmagnetischen Feldes. Der erste Abschnitt bespricht die Beobachtungsergebnisse bezüglich des *permanenten* Feldes, seine formal-mathematische Analyse (Darstellung durch Kugelfunktionen), seine säkularen Variationen und die bisherigen (noch sehr unbefriedigenden) Versuche zu seiner physikalischen Erklärung. Weiterhin werden die überlagerten periodischen (sonn- und mondtäglichen) Variationen und die aperiodischen, mit Sonnenflecken und Polarlicht in Verbindung stehenden Störungen behandelt.

Der zweite, dem *elektromagnetischen Felde* gewidmete Teil des Buches beginnt mit einer eingehenden Darstellung der *elektromagnetischen Induktion*, verfaßt von S. VALENTINER. Die allgemeine Theorie der Elektrizität einerseits und die mannigfaltigen physikalischen und technischen Anwendungen der Induktion andererseits werden an anderen Stellen des Handbuches ausführlich besprochen; das vorliegende Kapitel bezieht sich deshalb in erster Linie nur auf die *grundlegenden Versuche und ihren Zusammenhang mit der Theorie*. Fast alle in diesem Kapitel behandelten Erscheinungen sind, wie der Verfasser hervorhebt, im wesentlichen schon von FARADAY beschrieben worden. Neben den FARADAYschen Untersuchungen werden jedoch auch zahlreiche Arbeiten anderer Forscher eingehend berücksichtigt. Im Anschluß an die physikalischen Grundgesetze werden auch die Definitionen der für die messende Physik und die Technik wichtigsten mit der Induktion zusammenhängenden Begriffe und Größen gebracht. Bei der Besprechung der Induktionskoeffizienten usw. wird außer den Formeln für eine Reihe von speziellen Fällen auch ein gewiß manchem Leser sehr willkommenes ausführliches Literaturverzeichnis über diesbezügliche Untersuchungen gegeben.

Das nächste Kapitel entwickelt — ausführlicher, als man es sonst in physikalischen Handbüchern zu finden gewohnt ist — die graphischen und analytischen Methoden zur Behandlung der *Wechselströme*. In erfreulich klarer und sorgfältiger Darstellung werden der Reihe nach behandelt die einwelligen und die mehrwelligen Wechselströme, die Mehrphasen-Wechselstromsysteme und endlich die Ausgleichsvorgänge in quasistationären Stromkreisen. Der große Umfang, der diesem Kapitel eingeräumt ist (70 Seiten), hat eine bemerkenswerte Reichhaltigkeit des Inhaltes ermöglicht.

Es folgt ein Kapitel von E. ALBERTI über *elektrische Schwingungen*. Der erste Abschnitt, der sich mit den Schwingungen in geschlossenen Kreisen beschäftigt, betrachtet eingehend die Eigenschwingungen eines einzelnen Kreises und zweier gekoppelter Kreise sowie gekoppelte Systeme unter der Einwirkung von Schwingungserzeugern; nachträglich werden noch die durch Eisenkerne veranlaßten Komplikationen besprochen. Der zweite Abschnitt behandelt die Theorie der Schwingungen in offenen Kreisen zunächst in der einfachen, auf KIRCHHOFF zurückgehenden Form („Wechselstromtheorie"), und bringt hernach die Verfeinerungen durch die strenge, auf die MAXWELLschen Gleichungen gegründete, und vor allem von SOMMERFELD mathematisch entwickelte Theorie.

Endlich berichtet im letzten Kapitel des Buches W. ROMANOFF über die *Dispersion und Absorption elektrischer Wellen*. Nachdem gerade in allerletzter Zeit dieses Forschungsgebiet durch einige wertvolle Arbeiten russischer Physiker bereichert worden ist, wird man besonders erfreut sein, eine zusammenfassende Darstellung des Gebietes von einem russischen Verfasser zu lesen. Der Bericht berücksichtigt ausführlich sowohl die neuere, als auch die umfangreiche ältere Literatur. Er bringt kurz die vorhandenen, vor allem von DRUDE, DEBYE und SCHRÖDINGER stammenden theoretischen Ansätze (deren quantentheoretische Umgestaltung noch eine Aufgabe künftiger Untersuchung ist), und ausführlicher die Methoden und Ergebnisse der experimentellen Arbeiten — diese letzteren auch in Form von ausführlichen Tabellen und graphischen Darstellungen. Trotz des großen Umfanges der bis heute über diesen Gegenstand vorliegenden Literatur ist freilich infolge der Schwierigkeiten seiner experimentellen Untersuchung für die Zukunft noch viel Arbeit übrig gelassen. P. JORDAN, z. Z. Kopenhagen.

Astronomische Mitteilungen.

La Surface de la Planète Jupiter 1919—1924. (C. Luplau Janssen, Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark, Copenhague.) Die Beobachtungen zu vorliegender Untersuchung über die Oberfläche des Planeten Jupiter wurden auf dem Observatorium Urania in Kopenhagen in den Jahren 1919—1924 ausgeführt. Das Beobachtungsfernrohr, ausgerüstet mit einem Fadenmikrometer, hatte eine Öffnung von 25 cm (Brennweite?). Im allgemeinen wurde mit 308- oder 328facher Vergrößerung gearbeitet, bei schlechter Luft jedoch auch zuweilen mit 167facher Vergrößerung.

Der erste Teil der Arbeit bringt für die Beobachtungen in den 5 Oppositionen für jeden Beobachtungstag eine ausführliche Beschreibung der Oberflächenerscheinungen des Planeten. Besonders in der Opposition 1919/1920 war das Aussehen größeren Änderungen unterworfen. Es zeigten sich Formen, die bisher nicht beobachtet worden waren. So war z. B. im Dezember 1919 der helle Äquatorstreifen kaum sichtbar, aber schon in den folgenden Monaten entwickelte er sich zu auffallendem Aussehen. Bemerkenswerte Veränderungen zeigten auch die Polarkalotten, die in Farbe und Aussehen variierten. Aus den ausführlichen Beschreibungen seien noch einige interessante Messungen der sog. dunklen Äquatorstreifen wiedergegeben: Der südliche dieser Äquatorstreifen zeigte in der Opposition 1919/1920 größere Breitenschwankungen. Der obere Rand des Streifens lag in der jovigraphischen Breite — 17°, während der untere Rand sich dem Äquator näherte. Im Januar 1920 war die Breite des unteren Randes etwa — 12°, bis zum April 1920 wurde der Streifen in Richtung zum Äquator zu immer breiter, die jovigraphische Breite des unteren Randes betrug im April — 2°.

Über die mittleren Breitenschwankungen der dunklen Jupiterstreifen von 1903 bis 1924 gibt die folgende Tabelle eine Übersicht.

Bei der Betrachtung der Schwankung des Streifens I zeigt sich deutlich eine Beziehung zwischen der Rotationsperiode des Planeten und der Breitenschwankung. 1903 war die Breite = 38°, 1909 = 33°, 1913 wieder = 38°, hiernach nimmt die Breite wieder ab, leider konnten nach 1920 keine weiteren Messungen erhalten werden, um festzustellen ob 1924 wieder ein Maximum eintrat.

Mikrometermessungen ergaben für die Dimensionen des Planeten in mittlerer Sonnenentfernung (5.20273 astr. Einheiten) folgende Werte:

Polarhalbmesser $b = 17''{,}72^1 \pm 0''{,}08$
Äquatorialhalbmesser $a = 18''{,}86 \pm 0''{,}05$
(Opposition 1919/1920).

Diese Resultate sind im Anschluß an Fleckenmessungen ausgeführt, geben also indirekte Werte, d. h. also die Dimensionen des Jupiterkernes und stehen in guter Übereinstimmung mit anderen Messungen. Lohse fand aus seinen Potsdamer direkten Messungen, die also die Dimensionen der äußersten lichtreflektierenden Schichten ergeben, folgende Werte (aus etwa je 240 Beobachtungen): $b = 18''{,}02$, $a = 19''{,}17$; die Höhe der Schichten über den Flecken ergibt sich daraus, im Mittel zu $0''{,}28$. Für die Abplattung fand Lohse den Wert $= 1/_{16{,}58}$; ich errechne mit den Werten von Luplau Janssen für die Abplattung $\frac{a}{a-b}$ den Wert $= 1/_{16{,}55}$; Verfasser gibt für die Abplattung den Wert $= 1/_{18}$ an. Den letzten Teil der Untersuchung nimmt die Beschreibung der Fleckenerscheinungen ein. Ganz besonderes Interesse bietet hier natürlich das Studium der Eigenbewegungen der Flecken. Aus den Beobachtungen von 21 Flecken zwischen den Breiten — 37°

[1] In dem Kapitel „Les semi-diamètres" steht S. 57 versehentlich für den Polarhalbmesser $b(1920) = 17''{,}77$ statt $b = 17''{,}72$. Auf derselben Seite muß es beim Zitat der Messungen von H. E. Lau statt Polardurchmesser (diamètre polaire), Äquatorialdurchmesser (diamètre équatoreal) heißen. Weiter ergeben die Messungen des Verfahrens für den Äquatorialdurchmesser $2a = 37''{,}72$ (statt auf S. 57 $2a = 37''{,}76$, so daß die Differenz Lau—Luplau Janssen entsprechend zu verbessern ist ($0''{,}63$ statt $0''{,}59$).

Die mittleren Breitenschwankungen der dunklen Jupiterstreifen von 1903 bis 1914.

Streifen	1903—1908	1905—1908	1906—1909	1908—1910	1909—1911	1910—1913	1912
I	+ 38,0°	+ 35,1°	+ 33,6°	+ 35,0°	+ 33,1°	+ 34,9°	—
II	+ 26,2°	+ 21,5°	+ 22,4°	+ 20,1°	—	+ 23,1°	+ 28,7°
III Nordrand	—	—	—	—	—	—	—
Südrand	—	—	—	—	—	—	—
mittl. Breite	+ 8,8°	+ 6,8°	+ 5,9°	+ 8,4°	+ 8,1°	+ 9,5°	+ 8,3°
IV Nordrand	— 6,7°	— 5,6°	— 5,8°	— 5,9°	— 6,2°	— 6,4°	— 8,5°
Südrand	— 15,4°	— 19,0°	— 19,4°	— 19,4°	— 18,6°	— 20,5°	— 17,2°
mittl. Breite	— 11,0°	— 12,3°	— 12,6°	— 12,7°	— 12,4°	— 13,5°	— 12,9°
V	— 26,3°	— 27,8°	— 27,5°	— 27,3°	— 29,1°	— 28,5°	— 30,1°

Streifen	1913	1915—1918	1917—1920	1920—1922	1921—1923	1923	1924
I	+ 38,2°	+ 34,0°	+ 36,9°	+ 35,4°	—	—	—
II	—	—	+ 26,0°	+ 26,5°	+ 26,9°	—	+ 30,8°
III Nordrand	+ 7,9°	—	+ 7,1°	+ 5,4°	+ 9,6°	+ 5,6°	+ 4,6°
Südrand	+ 20,2°	—	+ 17,1°	+ 17,1°	+ 19,5°	+ 20,9°	+ 17,1°
mittl. Breite	+ 14,0°	+ 8,8°	+ 12,1°	+ 11,2°	+ 14,6°	+ 13,2°	+ 10,8°
IV Nordrand	— 8,7°	— 8,2°	— 7,2°	— 6,6°	— 5,4°	— 5,4°	— 4,8°
Südrand	— 19,2°	—	— 19,3°	— 17,1°	— 19,4°	— 18,4°	— 17,3°
mittl. Breite	— 14,0°	—	— 13,3°	— 11,9°	— 12,4°	— 11,9°	— 11,1°
V	— 30,4°	— 28,5°	— 28,3°	— 30,5°	— 30,0°	—	— 30,6°

bis + 17° ergibt sich folgendes Bild über die Bewegung der Flecken:

Breite	— 37°	— 24°	— 12°	— 7°
tägl. Bewegung	— 0,74°	— 0,85°	— 0,33°	— 0,36°
Breite	0°	+ 12°	+ 17°	
tägl. Bewegung	— 8,89°	— 0,37°	— 0,24°.	

Dieser Verlauf der vom Verfasser abgeleiteten Eigenbewegungen steht in guter Übereinstimmung mit Messungen anderer Beobachter. Im allgemeinen nimmt die Rotationszeit vom Äquator nach den Polen zu, doch zeigen gewisse Flecken anomale Bewegungen.

40 vorzügliche Bildwiedergaben der Oberflächenerscheinungen des Jupiters ergänzen die ausführlichen Beobachtungsbeschreibungen. ROLF MÜLLER

The Spectrum of Supergiant Stars of Class F 8. (CECILIA H. PAYNE and CARL T. CHASE, Harvard College Observatory; Circular 300.) Die Arbeit gibt ein ausführliches Verzeichnis aller meßbaren Linien im Spektrum eines Sternes vom Typus F 8. Als Prototyp dieser Klasse wurde der Stern γ Cygni gewählt für das Wellenlängengebiet von λ 3809 bis λ 5027. Für das Gebiet von λ 5000 bis λ 5889 wurde mangels anderer verfügbarer Aufnahmen der Stern δ Canis Majoris benutzt. Das Material lieferten Objektivprismenaufnahmen mit dem 11zölligen Draper- und dem 13zölligen Boyden-Refraktor.

Das Verzeichnis enthält von 262 Linien die gemessenen Wellenlängen und die in einer Schätzungsskala ausgedrückte Intensität, ferner das zugehörige chemische Element, die Wellenlänge in I. A., die im Laboratorium ermittelte Intensität in der RUSSELschen Skala und die Serienbezeichnung nach RUSSEL. Eine photometrische Untersuchung der Linien im Spektrum von δ Cygni soll in einer späteren Arbeit folgen.

On Methods in Stellar Spectrophotometry. (CECILIA H. PAYNE und FRANK S. HOGG, Harvard College Observatory; Circular 301.) Die Photometrie der Spektrallinien in Sternspektren ist seit einigen Jahren in Harvard Gegenstand der Untersuchung. Einige vorläufige Veröffentlichungen darüber sind bereits erschienen und eine brauchbare Arbeitsmethode ist jetzt im wesentlichen fertiggestellt. Es ist wichtig, daß auf jede Platte mit einer zur Bearbeitung kommenden Aufnahme eine Intensitätsskala gebracht wird, um die Plattenschwärzung in Intensitäten des aufgefallenen Lichtes umzuwandeln. Eine solche Skala läßt sich in einfacher Weise durch mehrere Aufnahmen des gleichen Sternes nebeneinander erhalten, wobei das Objektiv für eine jede Aufnahme um bekannte Beträge abgeblendet wird. Vier und selbst nur zwei solcher Aufnahmen geben schon eine hinreichend genaue Reduktionskurve. Obwohl streng genommen für jede Wellenlänge eine solche Reduktionskurve gezeichnet werden müßte, zeigt das Material, daß mit gleicher Genauigkeit eine einzige Mittelwertskurve für alle Wellenlängen verwandt werden darf.

Eine Eichung der Platten mit dem zu untersuchenden Spektrum kann aber auch durch eine einzige weitere Aufnahme von zwei oder mehreren anderen Sternen oder von einer Sterngruppe von untereinander möglichst gleicher Spektralklasse und bekanntem Intensitätsunterschiede geschehen. Die Ähnlichkeit des Spektraltypus bietet dann Gewähr für praktisch gleiche Intensitätsverteilung in den Spektren. Als eine solche Gruppe, die sich für Eichzwecke besonders eignet, werden die Plejaden vorgeschlagen, die nicht weniger als 6 hellere Sterne vom gleichen Spektraltypus enthalten.

Schließlich bietet auch die Methode, eine Reihe Aufnahmen des gleichen Objektes mit verschiedener Belichtungszeit auf die gleiche Platte zu bringen, eine Möglichkeit, Reduktionskurven herzustellen. Obwohl wegen des hierbei in Rechnung zu ziehenden SCHWARZSCHILDschen Gesetzes, nach dem die Schwärzung eine ziemlich komplizierte Funktion der Intensität, der Wellenlänge und der Entwicklungsart ist, diese Methode im allgemeinen nicht gerne angewandt wird, zeigen Versuche hierüber am Sirius, daß damit ebenso genaue Resultate erhalten werden können wie auf dem Wege der stufenweisen Abblendung.

Es werden ferner eine Reihe von Fehlerquellen besprochen. Atmosphärische Störungen, gestreutes Licht, Einfluß der verschiedenen Höhen der Sterne und fehlerhaftes Nachführen scheinen die mikrophotometrisch gemessenen Tiefen der Absorptionskurven um nicht mehr als höchstens 2% zu verfälschen. Desgleichen wird der Einfluß der Fokussierung am Refraktor und Reflektor untersucht, und die Genauigkeit der Messungsergebnisse zahlreicher Linien wird an Hand einer kleinen Tabelle dargetan. Ein deutlicher Gang der erhaltenen Tiefen der Absorptionskurven zeigt sich mit zunehmender auflösender Kraft der Apparatur, wie durch Benutzung einzelner und kombinierter Objektivprismen nachgewiesen wird. Die Absorptionskurven erscheinen mit zunehmendem Auflösungsvermögen vertieft. Am Schlusse der Arbeit werden die für eine Reihe von Platten benutzten Reduktionskurven mitgeteilt.

The Measurement of the Intensity of Spektrum Lines. (CECILIA H. PAYNE, Harvard College Observatory; Circular 302.) Die Arbeit bringt eine weitere Diskussion der in Harvard Circular 301 schon behandelten Photometrie der Spektrallinien in Sternspektren. Die Tiefe der Absorptionskurve mißt die Maximalabsorption in einer Linie. Sie ist mit beträchtlicher Genauigkeit meßbar, nimmt aber mit zunehmendem Auflösungsvermögen des Spektralapparates zu; ein endgültiger Wert kann offenbar mit hinreichend großem Auflösungsvermögen asymptotisch angenähert werden. Ein weiteres Charakteristikum der Absorptionskurve ist ihre Breite, die aber in ähnlicher Weise von dem Auflösungsvermögen abhängig sein muß wie die Tiefe. Sie wird, wie überhaupt die gesamte Gestalt der wahren Kurve, von einem bisher nicht bekannten Gesetz beschrieben; eine Fehlerkurve scheint diese Form weitgehend anzunähern. Als eine dritte wesentliche Konstante der Absorptionskurve wird dann die von ihr umschlossene Fläche betrachtet. Diese Fläche wird bei der wahren Kurve und bei der durch Einflüsse der Apparatur verfälschten im wesentlichen als gleich angenommen. Da nun die Mehrzahl der Absorptionskurven, mit Ausnahme derjenigen gewisser Elemente, eine einander sehr ähnliche Gestalt hat, so können die beobachteten Tiefen als ein Äquivalent für die von der Absorptionskurve umschlossene Fläche, also für die gesamte, durch die Linie hervorgerufene Absorption dienen. Die Definition einer zweckmäßigen Einheit liefert alsdann eine Skala, die am Schlusse der Arbeit mit einer Anzahl anderer, bisher nur auf Schätzung beruhender Skalen verglichen wird.

V. KLÜBER.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.